

# IL CONSOLIDAMENTO DEGLI APPARATI DECORATIVI MEDIANTE DISPOSITIVI A MEMORIA DI FORMA: IL PROGETTO DI RICERCA SUI DIPINTI MURALI DI VIA DELL'ABBONDANZA A POMPEI

**N. Santopuoli<sup>1</sup>, S. A. Curuni<sup>1</sup>, F. Maietti<sup>2</sup>, S. Vanacore<sup>3</sup>, L. Seccia<sup>4</sup>, E. Troiani<sup>5</sup>, V. Virgilli<sup>5</sup>, D. De Vincenzo<sup>6</sup>, E. Concina<sup>6</sup>, L. Tapini<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Facoltà di Architettura “Valle Giulia”, Laboratorio Progetto Restauro, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”

<sup>2</sup> Dottorato di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura – Facoltà di Architettura di Ferrara, Venezia, Cesena

<sup>3</sup> Laboratorio di Restauro della Soprintendenza Archeologica di Pompei

<sup>4</sup> II Facoltà di Ingegneria, Sede di Forlì, CIRAM e Laboratorio di Archeoingegneria, Università di Bologna

<sup>5</sup> II Facoltà di Ingegneria, Sede di Forlì, Laboratorio di Archeoingegneria, Università di Bologna

<sup>6</sup> Triade Srl, Napoli

<sup>7</sup> Laboratorio Progetto Restauro, Facoltà di Architettura “Valle Giulia”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”

## **Abstract**

The research project, started during the restoration site, recently concluded, has concerned the interventions of consolidation, conservation and restoration on some façades of ancient shops along *via dell'Abbondanza* (*Regio IX, Insulae 7 and 11*) in the archaeological site of Pompeii. These fronts are characterized by some of the most important mural paintings and electoral inscriptions.

A section of the research project has regarded the experimentation, still in progress, of new technological devices aimed at the restoration of mural paintings and based on Shape Memory Alloys (SMA) to work out consolidation problems otherwise solved by means of not-reversible or intrusive methodologies. One of the innovative applications of these devices concerns the movement of the polycarbonate sheets placed to protect the mural paintings.

The particular context of the research project is placed on the boundary between the excavated area and the still buried area; so, it has been particularly interesting to focus the research on the consolidation of decorations and mural paintings, also by means of the study of the interventions by Vittorio Spinazzola during the excavation works at the beginning of the XX century.

## **Key-words**

Consolidation, conservation, innovation, shape memory alloys, reversibility, methodological integration

## **Introduzione**

L'integrazione tra conoscenza storica, rilievi, studi e indagini eseguiti in modo diretto sul bene oggetto di studi, indagini scientifiche e strumentali e, in generale, un approccio complessivo e multidisciplinare, costituiscono un mezzo privilegiato per la conoscenza finalizzata all'intervento conservativo o al progetto di restauro sui beni storico-architettonici.

Tale applicazione metodologica è stata realizzata in occasione del progetto, non solo di ricerca e restauro, ma anche di formazione e sperimentazione, svoltosi nel sito archeologico di Pompei dal 2003 al 2006 e che ha visto il coinvolgimento di diversi enti e istituzioni (1), secondo un approccio integrato che ha consentito un'approfondita e scientificamente scrupolosa campagna di indagini e interventi conservativi.

Oggetto del cantiere sono state le facciate di alcune botteghe poste lungo via dell'Abbondanza, decumano massimo e centro della vita commerciale dell'antica città di Pompei, le cui vestigia architettoniche riportano ancora pitture murali e iscrizioni, fondamentali testimonianze circa la società, le consuetudini e la vita quotidiana.

Gli edifici oggetto di intervento sono stati, in particolare, l'officina *coactiliaria* o bottega dei feltrai di *Verecundus* (Regio IX, VII, 7-5); una casa privata (Regio IX, VII, 3); l'officina *infectoria* o tintoria con fornace (Regio IX, VII, 2); una seconda officina *coactiliaria* (Regio IX, VII,1); il *compitum* con altare, ovvero il quadrivio dedicato alle divinità dell'Olimpo, e, infine, il *thermopolium* di *Asellina* (Regio IX, XI, 2).

Dai primi studi fino alla conclusione degli interventi, i diversi aspetti dell'approfondito processo conoscitivo e analitico si sono articolati secondo fasi che hanno toccato parallelamente i diversi e complessi aspetti, integrandosi sempre secondo il filo conduttore critico-scientifico.



Alcune fasi del rilievo diretto eseguito sulle pitture murali e sulle iscrizioni presenti sui fronti oggetto del cantiere di via dell'Abbondanza a Pompei, sulla base del quale sono state redatte tavole tematiche su cui riportare le analisi e le mappature sia delle tecniche costruttive che delle diverse morfologie di degrado.

### **Il consolidamento degli apparati decorativi: un tema di “confine”**

La via dell'Abbondanza costituisce attualmente il limite tra la parte del sito archeologico di Pompei riportata alla luce, che consiste in 45 ettari su 66 di estensione complessiva, e la zona che non è ancora stata scavata.

Le facciate oggetto di studio si presentano quindi come vere e proprie quinte urbane, portate alla luce a partire dal 1911-1912 sotto la direzione agli scavi di Vittorio Spinazzola e senza aver scavato i locali interni, il cui sviluppo è parzialmente percepibile grazie alla disposizione dei muri di spina, ad eccezione del Termopolio di Asellina, di cui è stato portato alla luce il vano interno dal quale si accede al piano superiore, ora ridotto a semplice terrazzo.

Le facciate risultano addossate al terrapieno retrostante di materiale non scavato, trattenuto mediante muri di contenimento, le cui apparecchiature sono state realizzate al momento dello scavo utilizzando materiale locale di recupero (materiale lavico, pomici, conchi calcare, ecc.).

Dopo la fase di scavo che ha riportato alla luce le facciate, si sono succeduti nel corso degli anni numerosi interventi sia di manutenzione delle strutture architettoniche e degli apparati decorativi che di integrazione, interventi che si sono succeduti nel corso del tempo perseguendo le diverse fasi

che hanno caratterizzato la teoria del restauro e i diversi approcci alla conservazione nel tempo, ancora percepibili in una sorta di memoria storica ancora leggibile direttamente sulla materia antica.



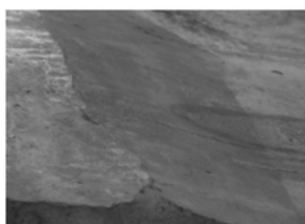
Il sito archeologico di Pompei, infatti, si configura come “raccolgitore” della totalità dei metodi di intervento che la teoria del restauro ha disciplinato nel corso dei secoli, includendo una sorta di repertorio dello sviluppo tecnologico applicato al restauro, dall’uso dei materiali “tradizionali” fino alle più recenti sperimentazioni.

Questi aspetti sono stati approfonditi nel corso degli studi finalizzati agli interventi sui fronti di via dell’Abbondanza, ma in questa sede verranno analizzati in particolare gli studi, gli interventi e le sperimentazioni relativi al consolidamento degli apparati architettonici e decorativi.

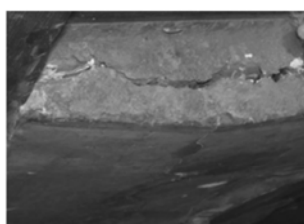
Fasi di rilievo diretto sul dipinto murale rappresentante la Venere con amorini e redazione delle tavole tematiche relative allo stato di conservazione.

### L’integrazione metodologica delle fasi conoscitive

A partire dai primi rilievi grafici e fotografici sono state redatte tavole tematiche su cui riportare le analisi e le mappature sia delle tecniche costruttive che delle diverse morfologie di degrado delle strutture murarie e degli apparati decorativi; alle definizioni di degrado del lessico di riferimento UNI-Normal 1/88 sono stati inoltre associati, in appositi elaborati, esempi fotografici tratti dai casi specifici, costituendo in questo modo un lessico *ad hoc* del cantiere, qualitativamente verificato sugli aspetti concretamente presenti *in situ* e quindi di immediata comprensione.



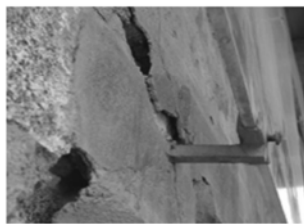
Deformazione



Distacco



Poverizzazione della malta originale incoerente



Mancanza dovuta alla perdita della malta originale



Esempio di visualizzazione delle voci del lessico UNI-Normal 1/88 tramite la documentazione fotografica delle morfologie di degrado riscontrate in cantiere.

Parallelamente alla fase di realizzazione e informatizzazione degli elaborati sono state eseguite valutazioni relative allo stato complessivo dello specifico comparto urbano in cui le facciate sono inserite e valutazioni relative alle condizioni ambientali.

I dati derivanti dall'osservazione diretta sono stati integrati con i risultati delle indagini di laboratorio condotte su alcuni campioni di intonaci e permettendo di determinare la composizione delle malte e le metodologie degli interventi conservativi precedenti.

Un'ulteriore accurata fase di studio ha riguardato il confronto delle testimonianze raccolte nei diari di scavo e delle fotografie storiche dell'archivio fotografico della Soprintendenza Archeologica di Pompei con lo stato attuale degli edifici e dei dipinti.

Il rilievo grafico e il rilievo in scala reale dei dipinti murali e delle iscrizioni è stato integrato mediante rilievo tridimensionale degli edifici e delle adiacenze (2), grazie al quale è stato possibile ricavare i modelli 3D sia a scala architettonica che a scala di dettaglio per quanto riguarda gli apparati decorativi, utilizzando due diverse tecnologie di scansione, producendo un rilievo morfologico che ha consentito di indagare distacchi e sollevamenti.

Il monitoraggio dello stato conservativo è stato eseguito anche mediante l'applicazione dell'indagine termografica alle murature storiche.

Nell'approccio analitico complessivo affrontato grazie alla collaborazione tra le diverse Università coinvolte, è stato eseguito uno studio relativo al sistema strutturale murature-intonaci dal punto di vista del comportamento meccanico, considerando la particolarità delle sollecitazioni cui gli apparati architettonici sono soggetti a causa delle spinte derivanti dal retrostante terrapieno e delle particolari condizioni di vincolo date dai muri di contenimento e dai muri ortogonali alle facciate, considerazioni integrate con le valutazioni relative alle tecniche esecutive storiche delle strutture, che vedono una prassi operativa storica caratterizzata da strutture murarie che consentissero una certa deformabilità ai movimenti del suolo e ricoperti da intonaci con ottime caratteristiche di resistenza al degrado superficiale (Torraca 1987). Tali studi hanno consentito un approfondimento dell'aspetto legato ai distacchi tra muratura e intonaci dipinti anche in relazione ai consolidamenti eseguiti nel periodo immediatamente successivo alle fasi di scavo e alle particolari condizioni subite dalle antiche strutture e dovute all'esposizione in epoca classica, al lungo periodo di seppellimento e alla nuova esposizione e alle nuove e diverse sollecitazioni successive allo scavo.

### **Materiali, tecniche costruttive e indagini sugli interventi precedenti**

Tutti i paramenti murari sono eseguiti in tecnica mista in pietra e laterizio; prevalgono i materiali lapidei tipici del luogo, di natura vulcanica, utilizzati anche come inerti e aggregati delle malte, per conferire la naturale idraulicità, proprietà delle ceneri vulcaniche (pozzolana).

Anche per quanto riguarda le malte che caratterizzano i fronti si hanno situazioni di grande eterogeneità; oltre alle malte antiche, coeve cioè alla costruzione dei fronti o di restauri precedenti l'eruzione del Vesuvio, si hanno una serie di malte di restauro recenti, che riguardano sia gli interventi eseguiti sulle facciate al momento dello scavo, che relative ad interventi successivi. Si ha quindi la compresenza di malte a base di calce aerea, idraulica e malte a base cementizia.

Tutte le apparecchiature dei muri di contenimento sono state realizzate al momento dello scavo e utilizzando materiale locale di recupero: si hanno quindi murature miste in cui i blocchi lapidei sono legati da malta probabilmente di natura cementizia. Tutte le indagini effettuate sono state incrociate con ricerche storiche e fotografie dell'epoca degli scavi, ritenendo più plausibile l'utilizzo di materiali moderni, ad esempio a base cementizia, laddove sono stati comprovati interventi di ricostruzione.

Sono state inoltre analizzate le tecnologie e i materiali applicati nel tempo, i sistemi di protezione sia superficiale che a livello di coperture e smaltimento delle acque meteoriche, e, in particolare,

sono stati eseguiti studi relativi all'adesione tra i sistemi muratura e intonaco e ai distacchi degli intonaci sia in antichità che dopo lo scavo sotto l'azione degli sbalzi termici e a causa dell'accumulo in superficie di sali solubili come conseguenza dell'evaporazione.

Le pitture di queste botteghe, databili al I sec. d. C., sono volte alla pubblicizzazione dell'attività che vi veniva svolta con raffigurazione di scene lavorative di momenti della produzione o vere proprie insegne, come nel caso del Termopolio, e alla protezione invocata nei confronti delle divinità patronne delle maestranze.

Significativa nella bottega di Verecundus è la rappresentazione della Venere Pompeiana su una quadriga di elefanti al di sopra dei feltrai al lavoro e al proprietario che espone un telo di lana finito. La successiva tintoria si caratterizza per la presenza della caldaia in bronzo posta nella fornace decorata con falli apotropaici in stucco, mentre sull'architrave della seconda bottega di feltrai si susseguono le raffigurazioni dei busti di Sole, Giove, Mercurio e Luna, sovrastanti a sinistra una Venere Pompeiana con amorini e a destra la processione di Cibele.

Sul muro del quadrivio sono dipinte dodici divinità dell'Olimpo cui era consacrata l'ara in muratura tuttora visibile di fronte a esso.

Il caso del Termopolio detto di Asellina è più complesso: sulla parete trasversale vi è l'insegna dell'attività, vasi per la commercializzazione delle bevande, mentre sul fronte compare una serie di iscrizioni elettorali.

### **Analisi dello stato conservativo dei fronti e interventi di consolidamento**

L'attenta fase di indagine preliminare relativa all'analisi dello stato conservativo delle facciate oggetto del cantiere ha permesso di redigere una precisa mappatura delle diverse morfologie di degrado di strutture e superfici; una delle principali cause di deterioramento dei materiali è il terreno a contatto diretto con la parte retrostante dei fronti e la conseguente presenza di un'elevata quantità d'acqua nelle murature, sia a causa della risalita capillare che per veicolazione delle piogge meteoriche. A causa della presenza di acqua nelle murature e dei cicli secco/umido, si ha inoltre la veicolazione e fuoriuscita dei sali con successiva cristallizzazione in superficie in seguito all'evaporazione dell'acqua.

Lo stato di conservazione generale del complesso struttura-intonaci-sito non ha potuto prescindere dalla valutazione delle condizioni ambientali che concorrevano, e in parte ancora concorrono da sole o in interazione tra loro, alla formazione di tale "insieme": la presenza del terrapieno nell'area retrostante i prospetti degli edifici, non oggetto di scavo archeologico e causa quindi di forte umidità nelle strutture; la presenza nella medesima zona di vegetazione superiore; la forte azione eolica e dei raggi solari che interessa tutta la via; il parziale degrado delle coperture in essere a protezione del colmo dei paramenti murari; la perdita di funzionalità di parte del sistema di deflusso delle acque piovane.

Nello stato di fatto degli edifici prima dell'apertura del cantiere rientravano anche le lastre in vetro e plexiglas poste sui dipinti quale protezione da possibili atti vandalici e dall'erosione eolica. La loro rimozione è stata effettuata all'inizio dei lavori al fine di permettere l'esatta valutazione dello stato di conservazione dei dipinti, la cui lettura era offuscata dal deposito di polveri su di esse, e di studiare un'alternativa nel materiale costitutivo delle lastre e delle staffe metalliche tramite le quali erano fissate alla muratura.

Lo stato di conservazione degli intonaci, dipinti e non dipinti, era in generale mediocre, presentando molteplici morfologie di degrado, puntualmente registrate nelle tavole tematiche riassumibili brevemente nella loro elencazione: oltre alla diffusa presenza di deposito di particolato atmosferico e di attacco biologico, l'erosione delle superfici ad opera dell'azione eolica, fessurazioni e lesioni, percolazioni ed infiltrazioni di acque meteoriche, efflorescenze saline, deformazioni e

rigonfiamenti degli strati preparatori e loro decoesione, sollevamenti a scaglie, presenza di scialbature.

L'esecuzione dei test preliminari sulle metodologie da adottare nelle varie fasi del restauro degli intonaci è stata integrata dai risultati delle analisi di laboratorio e dall'esperienza dei restauratori del Laboratorio della Soprintendenza Archeologica di Pompei circa i metodi storici e attuali di manutenzione e intervento nell'area degli scavi. In tal modo, ad esempio, nelle prove di pulitura per la scelta degli opportuni solventi non si è potuto non tener conto dei trattamenti di natura cerosa applicati in passato sulle superfici dipinte e di quelli a base di resine acriliche utilizzati in tempi più recenti. Le prove di pulitura sono state controllate tramite il rilievo colorimetrico ad opera di indagini spettrofotometriche.



Fasi del rilievo spettrofotometrico, in alto, e indicazione dei punti campione rilevati su di una immagine digitale del dipinto murale rappresentante la Venere con Amorini.

Le indagini spettrofotometriche hanno consentito il controllo delle prove di pulitura mediante misurazioni oggettive eseguite durante i vari stadi dell'intervento.

Le situazioni di conservazione più precarie si sono manifestate immediatamente dopo aver rimosso le lastre di protezione e hanno quindi comportato l'esecuzione delle operazioni più urgenti, quali il bendaggio provvisorio di limitate zone di intonaco pericolanti con garza e resina acrilica e la stuccatura di porzioni perimetrali di intonaco mediante malta a base di calce idraulica e polveri di marmo miscelate al fine di raggiungere l'adeguata granulometria e colorazione.

Successivamente le medesime aree, soggette a rigonfiamenti e a rischio di distacco e caduta, sono state oggetto delle iniezioni di consolidamento degli strati preparatori mediante malta a base di calce idraulica, pozzolana superventilata e pomice micronizzata.

Sia sugli intonaci sia sulle murature si sono testati e applicati i prodotti biocidi in commercio a base di sali di ammonio quaternario e di tributilstagno naftenato, e si è quindi passati alla rimozione meccanica manuale e tramite microscalpello delle stuccature inidonee perché in malta cementizia o ormai prive di funzionalità e alla formazione delle nuove stuccature con malta a base di calce idraulica e polveri di marmo.

L'esito di questa complessa campagna di studi e indagini, che ha visto coinvolte professionalità di ambiti diversi ma complementari rispetto alla conservazione, si è concretizzato, quindi, nell'intervento sugli intonaci dipinti e non dipinti delle botteghe e nella sperimentazione riguardante l'applicazione di dispositivi "intelligenti" in Leghe a Memoria di Forma (Shape Memory Alloys: SMA) per il consolidamento delle pitture e degli intonaci, avviata dopo un attento studio delle zone distaccate e sollevate, opportunamente indagate per valutarne lo stato conservativo a partire dalla definizione dei modelli ottenuti mediante rilievo morfologico tramite laser scanner 3D e il rilievo termografico per valutare la profondità dei distacchi.

### **La sperimentazione di tecniche di consolidamento mediante dispositivi a memoria di forma**

Sul paramento murario dei fronti del cantiere - e così pure nella struttura muraria, dove sono presenti fratturazioni che interessano i blocchi lapidei - sono stati rilevati diffusi fenomeni di degrado, fra cui distacchi e vuoti negli strati preparatori di intonaco, laddove la malta originale si è polverizzata a causa della forte presenza di umidità e degli interventi non idonei eseguiti in passato (iniezioni, probabilmente a base cementizia, che nel corso del tempo hanno provocato i vuoti). Partendo dal presupposto di voler realizzare soluzioni d'intervento poco invasive e potenzialmente reversibili, si è avviata una sperimentazione progettando nuovi e appositi ancoraggi tecnologici per affrontare il problema del distacco delle superfici intonacate e degli affreschi, e così pure del riassetto di singoli parti di conci fratturati. I dispositivi già realizzati in precedenti sperimentazioni e le procedure di manutenzione e/o restauro stabilite hanno consentito l'attuazione di interventi in forme meno invasive e con un maggior grado di reversibilità rispetto a quelli tradizionali, sulla base del concetto di "rispetto per la materia costitutiva dell'opera d'arte", uno dei cardini della moderna teoria del restauro a partire da Cesare Brandi.

In particolare, la sperimentazione nel cantiere di via dell'Abbondanza, ha considerato, oltre che la compatibilità fisico-chimica tra i componenti, l'utilizzo di materiali con un comportamento elastico idoneo all'applicazione su materiali antichi, soprattutto per quanto concerne il principio della reversibilità, ovvero la possibilità di rimuovere ogni intervento eseguito sulle strutture originali. Infine, va sottolineato che, pur nel rispetto del principio di distinguibilità, un ulteriore fattore per la buona riuscita di interventi di integrazione è il raggiungimento di un soddisfacente risultato dal punto di vista estetico e percettivo.

È stato progettato ed è in fase di realizzazione un dispositivo in SMA da inserire nelle parti di intonaco interessate da fenomeni di distacco e/o sollevamento, anche a causa di interventi precedenti non idonei (ad esempio, iniezioni probabilmente a base cementizia). L'inserimento dei dispositivi deve mantenere inalterata la situazione attuale e consentire la reversibilità dell'intervento. Nel progettare il prototipo si è studiata la sua geometria, considerando la consistenza e la sezione della muratura, con una lunghezza tale da raggiungere la struttura muraria e consentire l'ancoraggio ai conci della muratura, senza gravare sugli strati d'intonaco.

Infine, ricordiamo che è in fase di realizzazione anche un dispositivo di ancoraggio in SMA con memoria a due vie da inserire all'interno di blocchi lapidei che presentano fenomeni di fratturazione, al fine di riassembleare le parti distaccate.

### Applicazione di giunti in SMA per la movimentazione di lastre in polycarbonato

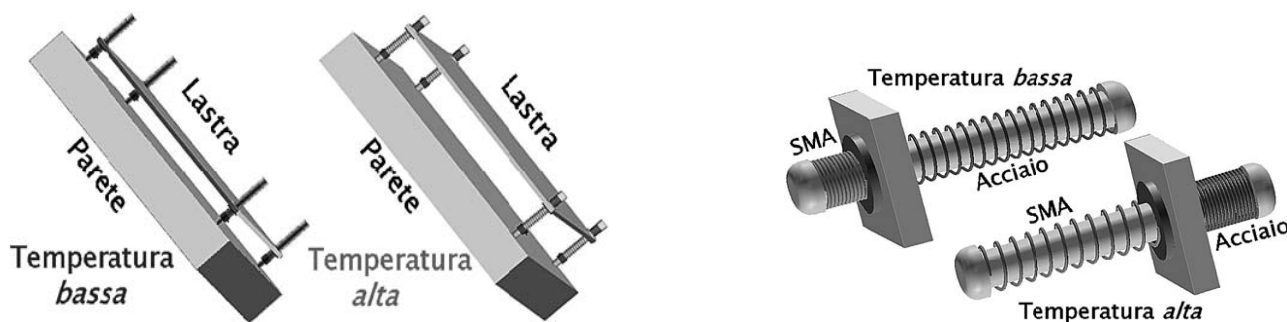
Lo studio riguarda dispositivi a memoria di forma atti a consentire un posizionamento ottimale delle lastre di protezione ed un loro agevole smontaggio e rimontaggio, in quanto i dipinti murali necessitano di una manutenzione periodica. La ragione della progettazione e della sperimentazione di tali dispositivi sta nel fatto che sulle superfici dipinte durante i mesi estivi si possono raggiungere temperature elevate, a causa dell'esposizione diretta alla radiazione solare, il cui effetto viene accresciuto dalla eventuale presenza di lastre trasparenti di protezione che inducono un effetto serra.

Per ridurre il problema sopra descritto, si è deciso i) di utilizzare come superfici di protezione speciali lastre in polycarbonato con un'azione di filtraggio in particolare della radiazione ultravioletta e infrarossa dello spettro, e ii) di movimentare la lastra in modo intelligente al variare della temperatura con dispositivi in Leghe a Memoria di Forma, per consentire una migliore circolazione dell'aria. Il dispositivo è formato da due molle in opposizione, una a memoria di forma e l'altra in normale acciaio: la differenza di rigidità tra le due, al variare della rigidità della molla a memoria di forma, consente alla lastra di avvicinarsi e allontanarsi dalla parete. Infatti, la molla in SMA modifica la sua rigidità al variare della temperatura, passando da un valore inferiore ad un valore superiore alla rigidità della molla in acciaio.

Nel cantiere di via dell'Abbondanza sono state effettuate varie campagne di rilevamento della velocità media con cui il vento impatta sugli affreschi, delle temperature e dei valori di umidità presenti. I dati ottenuti sono stati fondamentali per riprodurre in condizioni controllate nei laboratori di Forlì della II Facoltà di Ingegneria il microclima che si instaura tra le lastre di protezione e la parete, per il cui studio sono state anche eseguite varie simulazioni numeriche. In particolare, è fondamentale determinare l'intervallo di temperature di esercizio, poiché proprio in conformità a questo parametro viene scelto il tipo di lega a memoria di forma adatta al caso.

Facendo riferimento ai dati raccolti, si è osservato che l'esposizione delle superfici pittoriche a temperature superiori ai 35-40°C per prolungati periodi di tempo può risultare dannosa.

Grazie alle prove eseguite si è verificato che l'installazione di lastre che possono assumere distanze variabili dalla parete comporta indubbiamente notevoli vantaggi per la conservazione degli affreschi, in quanto consente un aumento della ventilazione che tende a ridurre le temperature raggiunte sulla superficie.



Schema rappresentativo del posizionamento delle lastre in polycarbonato e della loro movimentazione al variare della temperatura con dispositivi in Leghe a Memoria di Forma per consentire una migliore circolazione dell'aria.

La scelta è stata quella di mantenere inalterata la distanza minima preesistente tra la superficie e la lastra, la cui posizione iniziale in condizioni di bassa temperatura è di 50 mm, mentre la distanza in condizioni di alta temperatura è stata fissata a 100 mm.



## Conclusioni

La sperimentazione dei dispositivi a memoria di forma finalizzati alla movimentazione delle lastre in polycarbonato, si colloca nel processo complessivo e pluridisciplinare che ha caratterizzato il progetto di ricerca presentato, perseguendo il filo conduttore dell'impostazione critico-scientifica. L'integrazione tra ricerca e tecnologia e la condivisione degli obiettivi da parte degli enti coinvolti in questo progetto di restauro rappresentano il risultato più significativo per la salvaguardia del patrimonio storico-architettonico, secondo un approccio multidisciplinare che ha perseguito un equilibrio tra conoscenza e strumenti di indagine affinché la fase conoscitiva non si riducesse ad una acritica raccolta di dati ma fosse in grado di cogliere i diversi aspetti che devono essere assimilati e integrati nella definizione dello stato conservativo e nel conseguente progetto di intervento.

## NOTE

(1) Nell'ambito del cantiere di restauro dei fronti di via dell'Abbondanza nel sito archeologico di Pompei sono stati coinvolti i seguenti enti e professionisti:

Soprintendenza Archeologica di Pompei, Centro DIAPReM - Facoltà di Architettura Biagio Rossetti - Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura "Valle Giulia", Laboratorio Progetto Restauro, Scuola di Specializzazione in Restauro dei Monumenti - Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Laboratorio di restauro della Soprintendenza Archeologica di Pompei

Soprintendente archeologo: prof. dott. P. G. Guzzo, Direttore degli scavi: dott. A. D'Ambrosio, Responsabile ufficio restauri: dott. E. De Carolis, Responsabile del laboratorio di restauro: rest. S. Vanacore

Studi, ricerche e sperimentazioni: prof. arch. N. Santopuoli (*Facoltà di Architettura "Valle Giulia" - Laboratorio Progetto Restauro - Centro DIAPReM*), arch. F. Maietti (Dottoranda di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura - Facoltà di Architettura di Ferrara, Facoltà di Architettura IUAV), arch. R. Cami, arch. F. Ferrari, rest. L. Tapini, dott.ssa. C. Bellan, dott.ssa V. Modugno, arch. C. Assirelli, arch. F. Tassinari, arch. A. L. Furquim Bezerra (*Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara - Centro DIAPReM*). Prof. S. A. Curuni, arch. M. Curuni, arch. F. Broglia, arch. D. Catini, arch. A. Picchione, (*Facoltà di Architettura "Valle Giulia" - Laboratorio Progetto Restauro dell'Università di Roma "La Sapienza"*). Dott.ssa. rest. E. Concina e rest. D. De Vincenzo (*Triade srl - Napoli*). Prof. L. Seccia, prof. E. Troiaini, prof. F. De Crescenzo, ing. V. Virgilli, ing. M. Fantini (*II Facoltà di Ingegneria, sede di Forlì, Università degli Studi di Bologna*)

Campagna di rilievo 3D: prof. arch. M. Balzani, arch. F. Ferrari, arch. A. Grieco, arch. G. Galvani, arch. S. Settimo (*Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara - Centro DIAPReM*)

Indagini termografiche e misure conduttimetriche delle murature: Maurizio e Giuseppe Fabretti (*Centre for the Diagnostic in Art, Formello - Roma*)

Indagini scientifiche sui materiali: prof. G. C. Grillini (Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara - Centro DIAPReM); dott. Diego Cauzzi (Soprintendenza per il patrimonio storico, artistico e demotnoantropologico per le province di Bologna, Ferrara, Forlì, Ravenna e Rimini)

Analisi scientifiche di laboratorio e campagna di sperimentazione sui materiali: Laboratorio scientifico della Fassa Bortolo, Spresiano (Treviso)

Progetto di restauro: *Soprintendenza Archeologica di Pompei*, Prof. Dott. P. G. Guzzo (Soprintendente), Dott. A. D'Ambrosio, Dott. E. De Carolis, rest. S. Vanacore. Prof. arch. N. Santopuoli (*Facoltà di Architettura "Valle Giulia" - Laboratorio Progetto Restauro - Centro DIAPReM*), prof. A. S. Curuni (*Facoltà di Architettura "Valle Giulia"*), dott.ssa rest. E. Concina e rest. D. De Vincenzo (*Triade srl - Napoli*)

Direzione lavori: prof. arch. N. Santopuoli (*Facoltà di Architettura "Valle Giulia" - Centro DIAPReM*)

Servizio Prevenzione e Protezione della Soprintendenza Archeologica di Pompei: responsabile geom. A. Nastri (*Soprintendenza Archeologica di Pompei*)

Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione: ing. M. Vitale (Napoli)

Saggi d'intervento e restauro: rest. S. Vanacore con l'assistenza di cantiere di: rest. S. Giudice, rest. M. Valentini, rest. V. Serrapica (*Laboratorio di restauro della Soprintendenza Archeologica di Pompei*), dott.ssa rest. E. Concina e rest. D. De Vincenzo (*Triade di Napoli*)

Sponsorizzazione degli interventi di restauro delle pitture murali: *FASSA BORTOLO*, Spresiano (Treviso), *Kacyra Family Foundation* ("Foundation") Orinda (California), *Bayer Sheet Europe GmbH*, *Tecno Coperture*, Cercola (Napoli) - Pubblicità e Comunicazione: *Uni Pubblicità & Marketing*, Modena.

(2) Il rilievo tridimensionale è stato realizzato dal Centro DIAPReM del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara, mediante due diverse tecnologie di scansione: il laser scanner 3D a tempo di volo Leica HDS

3000 per i rilievi a scala architettonica e il laser scanner a triangolazione ottica Konica Minolta VI-910 per il rilievo tridimensionale di dettaglio degli apparati decorativi.

## **Bibliografia**

Concina E., De Vincenzo D., *Le ricette di Vitruvio e gli interventi nella chiesa di Sant'Andrea a Chioggia*, in "Arkos" n. 1, gennaio/marzo 2003, Nardini Editore, Firenze.

Curuni S. A., Santopuoli N., *Archeologia e restauro: problemi di conservazione*, in Atti del Convegno di Studi "Metodi ed esperienze di protezione e restauro nei siti archeologici", Chieti – Pescara, 25-26 settembre 2003.

Gialanella S., Santopuoli N., Seccia L., Troiani E., Virgilli V., *Sistemi Intelligenti in Leghe a Memoria di Forma per al protezione di affreschi*, IV congresso Nazionale di Archeometria, Pisa, 1-3 Febbraio 2006, in corso di stampa.

F. Maietti, N. Santopuoli, *Dalla lettura del monumento al restauro delle murature: ricerca e sperimentazione nel sito archeologico di Pompei*, in Atti del IV Congresso Nazionale di Archeometria – Scienza e Beni Culturali, Pisa, 1-3 febbraio 2006, in corso di stampa.

Menicali U., *I materiali dell'edilizia storica*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1992.

Müller, A. Musolff, N. Santopuoli, L. Seccia, *Shape memory alloys for the conservation of cultural heritage: new applications also for a real reversibility in the restoration operation*, in Atti del XIX Convegno "Scienza e beni culturali 2003", Edizioni Arcadia Ricerche, 2003.

Santopuoli N., Santoro S., *La protezione delle aree archeologiche: ricerca e prassi operativa*, in "Coperture per aree e strutture archeologiche: Repertorio di casi esemplificativi", supplemento ad Arkos n. 1/2000, Torino, 2000, 3-5.

Santopuoli N., *Colori in Abbondanza*, in "Archeo", ottobre 2006, pp. 84-95.

Torraca G., *La conservazione delle pitture murali nel peristilio della casa del Menandro a Pompei*, in "La cura dei materiali nel restauro dei monumenti", a cura di Maria Piera Sette, collana Strumenti, n. 19, Scuola di specializzazione per lo studio ed il restauro dei monumenti, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Bonsignori Editore, Roma 2001, 87-97 (da "Rivista di Studi Pompeiani", I 1987, 140-150).




In alto, immagine di una lastra in polycarbonato a protezione di una delle iscrizioni murali sul fronte del Tempio di Asellina, a Pompei, montata a conclusione del cantiere.

A sinistra, tavola tematica ottenuta dal rilievo diretto ed eseguito a contatto della pittura murale raffigurante la Venere con elefanti.

In basso, elaborato grafico di rilievo dello stato di conservazione delle pitture murali sul fronte della bottega dei feltrai o officina di Verecundus. Sono state individuati, mediante rilievo a contatto, le morfologie di degrado (cavillature e fessurazioni, lacune, distacchi e riginfiamenti, concrezioni e tracce dei punti di iniezioni eseguite in interventi precedenti), i margini delle figure dipinte e delle iscrizioni e le tracce di graffiti. La tavola tematica è stata redatta accompagnando alla legenda alcune immagini di dettaglio dello stato conservativo superficiale della pittura.



- |  |  |
|--|--|
|  margine delle iscrizioni                       |  tracce di graffiti                     |
|  margini delle iscrizioni dubbi o non leggibili |  margini delle figure dipinte           |
|  punti di iniezione                             |  ombreggiature                          |
|  lacune nello strato di intonaco                |  distacchi di pellicola pittorica       |
|  fessure dello strato di intonaco               |  concrezioni di ossalati                |
|  cavillature nella pellicola pittorica          |  concrezioni saline                     |
|  superficie della decorazione scabra            |  rigonfiamento dello strato di intonaco |

